

**СЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ  
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАК-  
ТЕРИСТИК АНТАРКТИЧЕСКОГО  
ПОЛЯРНОГО ФРОНТА В  
ТИХООКЕАНСКОМ СЕКТОРЕ  
ЮЖНОГО ОКЕАНА  
ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ  
И КОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

*Е.А. Скрипалева*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины

г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

E-mail: sea-ant@yandex.ru

*На основе массивов спутниковых и контактных измерений температуры поверхности океана (NCER и AVHRR OPD JPL NOAA/NASA) исследованы сезонная и межгодовая изменчивость характеристик Антарктического полярного фронта в Тихоокеанском секторе Южного океана (140° з.д.). Показано, что в периоды событий Эль-Ниньо наблюдается аномальное изменение характеристик этого фронта. Оценены линейные тренды характеристик АПФ за 27 лет для каждого месяца.*

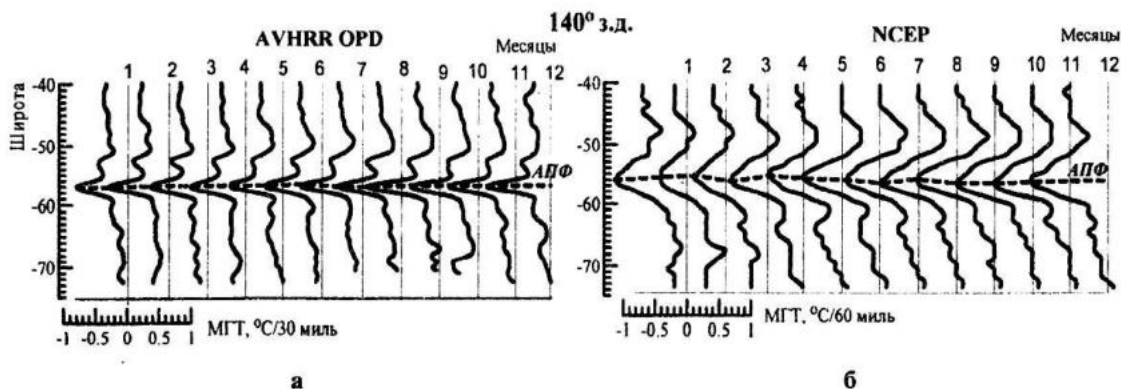
**Введение.** Исследование изменчивости структуры вод Южного океана на различных временных масштабах, наряду с прикладной значимостью, обусловленной наличием районов интенсивного промысла, имеет важное научное значение для изучения климатических изменений [1]. Известно, что аномалии теплых вод, сформировавшиеся в тропиках Тихого океана под влиянием крупномасштабных колебаний в системе океан-атмосфера, смещаются на юг и в виде Антарктической циркумполярной волны следуют в восточном направлении, влияя на гидрологический режим умеренных и полярных широт Атлантического и Индийского океанов [2]. Пространственная структура и интенсивность аномалий в значительной степени зависят от изменчивости характеристик гидрологических фронтов [3]. В районах фронтальных разделов полярных широт, где сезонный и межгодовой сигналы становятся сравнимыми, значения межгодовой дисперсии поля температуры поверхности океана (ТПО) резко увеличиваются [4, 5]. Оценки линейных трендов

широтных смещений изотерм и величин градиентов ТПО за последние 30 лет показали, что межгодовая изменчивость фронтов умеренных и полярных широт в разных секторах Южного океана имеет свои региональные особенности [6].

Цель данной работы – на основе современных массивов спутниковых и контактных измерений ТПО уточнить особенности сезонной и межгодовой изменчивости Антарктического полярного фронта в Тихоокеанском секторе Южного океана.

**Материалы и методика.** В работе использовались среднемесячные данные ТПО массива спутниковых измерений за период с 1985 по 2002 гг. в узлах сетки 30×30 миль [7] и массива NCER [8] в одноградусной сетке за период с 1982 по 2008 г. По этим данным были рассчитаны поля меридиональных (МГТ) градиентов ТПО. Антарктический полярный фронт (АПФ) выделялся по экстремумам МГТ (рис. 1) согласно методике, изложенной в [3, 4]. При оценке сезонного цикла характеристик фронта поля МГТ осреднялись по месяцам за 18 лет по спутниковым данным и за 27 лет по данным NCER. Для подавления остаточного шума профили МГТ были дополнительно сглажены трехточечным фильтром  $0.25\text{МГТ}_{i-1} + 0.5\text{МГТ}_i + 0.25\text{МГТ}_{i+1}$ .

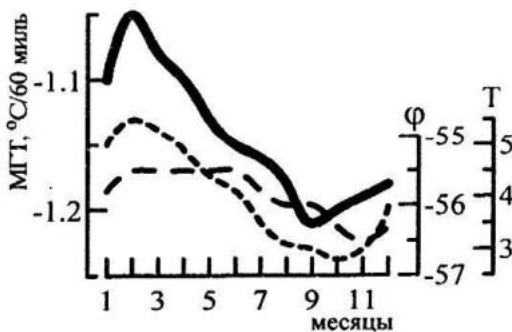
Анализ межгодовой изменчивости АПФ выполнялся по данным NCER на меридиане 140° з.д., где, согласно [9], выявлены наиболее тесные корреляционные связи между аномалиями ТПО и индексом Южного колебания (ЮК). Для 324 месяцев определялись характеристики фронта – величина экстремума МГТ, средняя температура на оси фронта и значение широты, на которой наблюдался фронт. Затем рассчитывались линейные тренды этих характеристик для каждого месяца за 27 лет. Оценки статистической значимости рассчитанных трендов показали, что она составляет более 95% [10]. Отрицательные (положительные) знаки трендов соответствуют смещению фронта на юг (север) и росту (уменьшению) отрицательных МГТ по абсолютной величине. Размерность трендов величин МГТ (°C/60 миль/27 лет), широтного положения (градус широты/27 лет) и температуры (°C/27 лет) далее по тексту опускается.



Р и с. 1. Распределение климатических МГТ по месяцам и положение АПФ по спутниковым данным (а) и данным массива NCEP (б)

**Анализ результатов.** Анализ внутригодовой изменчивости характеристик Антарктического полярного фронта по двум массивам показал, что оба типа данных одинаково отражают основные особенности климатического сезонного цикла АПФ.

Фронт прослеживается между  $56^{\circ}$  и  $57^{\circ}$  ю.ш. у северной границы Южно-Тихоокеанского поднятия и характеризуется устойчивым внутригодовым положением (рис. 2). Сезонные смещения его широтного положения не превышают 60 миль.



Р и с. 2. Сезонный цикл характеристик АПФ по данным NCEP (жирная сплошная линия – величина МГТ на оси фронта, штриховая линия – широта  $\phi$ , пунктир – температура  $T$ )

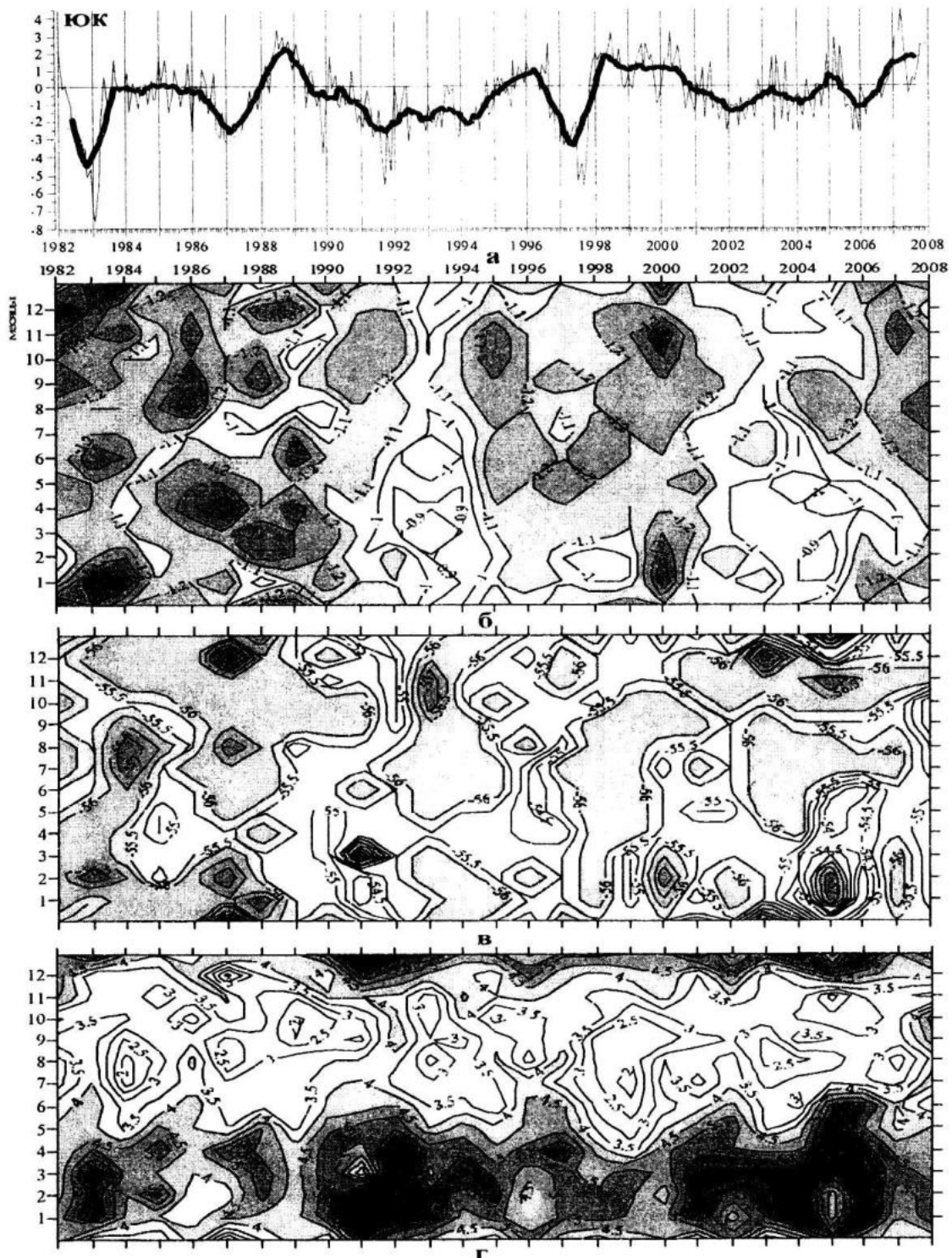
Интенсивность АПФ изменяется с годовым периодом, ее сезонные колебания составляют  $0.2^{\circ}\text{C}/60$  миль. Фронт наиболее обострен (МГТ  $\sim -1.2^{\circ}\text{C}/60$  миль) весной Южного полушария (сентябрь-октябрь). Температурный диапазон АПФ изменяется от  $2.5^{\circ}\text{C}$  в августе до  $5^{\circ}\text{C}$  в феврале.

Временные реализации среднемесячных характеристик АПФ с 1982 по 2008 гг. показывают, что фронт подвержен значительной межгодовой изменчивости (рис. 3). Это проявляется в нарушении нормального сезонного цикла, изменениях интенсивности, широтного положения и температурного диапазона.

В периоды экстремальных значений индекса ЮК (рис. 3, а) наблюдаются изменения интенсивности АПФ до  $0.3 - 0.5^{\circ}\text{C}/60$  миль (рис. 3, б), широтного положения – до 1 градуса (рис. 3, в). При отрицательных значениях индекса ЮК (события Эль-Ниньо) отмечается повышение температуры на оси АПФ почти на  $3^{\circ}\text{C}$  (рис. 3, г).

В годы, соответствующие экстремальным значениям индекса ЮК, в сезонном цикле интенсивности фронта может наблюдаться полугодовая составляющая, а во времени наступления основного максимума обостренности – сдвиг относительно климатической нормы. Так, в периоды известных Эль-Ниньо 1983, 1986 и 1987 гг. интенсивность фронта изменялась с полугодовой периодичностью с максимумами соответственно в июне и декабре, в апреле и августе, феврале и ноябре. В 1999 – 2000 годах (событие Ла-Нинья), помимо основного максимума обостренности фронта, соответствующего климатической норме (октябрь), наблюдался еще один максимум в январе.

Величины линейных трендов характеристик АПФ за период с 1982 по 2008 гг. в различные месяцы существенно отличаются (табл. 1).



Р и с. 3. Межгодовой ход индекса ЮК (а) (жирная линия – среднегодовое осреднение) и характеристик АПФ (б – величина МГТ, в – широтное положение, г – температура

Максимальные положительные тренды величин МГТ отмечаются в апреле ( $0.22\text{ }^{\circ}\text{C}/60$  миль) и декабре ( $0.27\text{ }^{\circ}\text{C}/60$  миль), широты (более 1 градуса) – в январе и декабре, температуры ( $1 - 1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) – в марте и декабре. Это соответствует ослаблению фронта, смещению его на

север и повышению температуры на его оси. Смещение фронта на юг ( $\sim 0.7$  градуса) и понижение его температуры ( $\sim 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается в ноябре. Небольшое повышение интенсивности АПФ отмечается в августе (до  $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}/60$  миль).

Таблица 1

Величины линейных трендов характеристик АПФ за 27 лет для каждого месяца

Месяцы	МГТ, °С/60 миль	Широта, град.	Температура, °С
1	0.12	1.22	0.81
2	0.11	0.86	0.70
3	0.19	0.97	1.19
4	0.22	0.79	0.43
5	0.14	0.86	0.49
6	0.03	0.70	0.10
7	-0.06	0.31	0.06
8	-0.12	0.54	-0.11
9	0.05	0.68	0.32
10	0.04	0.59	0.35
11	0.11	-0.68	-0.59
12	0.27	1.08	1.03

**Заключение.** Проведенный анализ на основе современных массивов спутниковых и контактных измерений ТПО позволил уточнить особенности сезонной и межгодовой изменчивости Антарктического полярного фронта в Тихоокеанском секторе Южного океана.

В климатическом сезонном цикле Антарктический полярный фронт характеризуется устойчивым широтным положением и усиливается в холодное время года (сентябрь-октябрь).

Показано, что межгодовые вариации характеристик АПФ сопоставимы с их сезонными колебаниями.

В периоды экстремальных значений индекса ЮК наблюдаются аномальные изменения интенсивности и широтного положения АПФ, в сезонном цикле интенсивности фронта может наблюдаться полугодовая составляющая, а во времени наступления основного максимума обостренности – сдвиг относительно климатической нормы.

При отрицательных значениях индекса ЮК (Эль-Ниньо) отмечается повышение температуры на оси фронта.

Оценки линейных трендов характеристик АПФ за период с 1982 по 2008 гг. показали, что их величины в разные месяцы существенно отличаются. Максимальные положительные тренды величин МГТ на оси АПФ отмечаются в апреле и декабре, широты – в январе и де-

кабре, температуры – в марте и декабре. Это соответствует ослаблению фронта, смещению его на север и повышению температуры на его оси.

Смещение фронта на юг и понижение его температуры наблюдается в ноябре.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полонский А.Б.* Роль океана в изменчивости климата. – Киев: Наукова думка, 2008. – 183 с.
2. *Turner J.* Review the El Niño-Southern Oscillation and Antarctica // *Int. J. Climatology.* – 2004. – № 24. – С. 1 – 31.
3. *Ostrovskii A.G., Setov T.* Antarctic Circumpolar Wave and Fronts in the Southern Ocean / *Oceanic Fronts and Related Phenomena* // *Konstantin Fedorov Memorial Symposium, Pushkin, 1998.* – P. 375 – 380.
4. *Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А.* Структура и сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов Атлантического океана по спутниковым данным // *ИЗК.* – 2005. – № 4. – С. 62 – 75.
5. *Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А.* Сезонная изменчивость крупномасштабных фронтов восточной части Тихого океана по спутниковым данным // *ИЗК.* – 2008. – № 4. – С. 45 – 61.
6. *Артамонов Ю.В., Скрипалева Е.А., Бабий М.В., Галковская Л.К.* Межгодовая изменчивость температурных фронтов Южного океана // *Системы контроля окружающей среды / Средства и информационные технологи.* – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2009. – С. 280 – 282.
7. <http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3>.
8. <http://nomad1.ncep.noaa.gov>.
9. *Артамонов Ю.В., Бабий М.В., Букатов А.Е., Скрипалева Е.А.* Корреляционные связи аномалий температуры поверхности Тихого океана и индекса Южного Колебания // *УАЖ.* – 2009. – № 8. – С. 137 – 146.
10. *Химмельблау Д.* Анализ процессов статистическими методами. – М.: Мир, 1973. – 960 с.